

AperTO - Archivio Istituzionale Open Access dell'Università di Torino

## Variazione delle componenti del bilancio idrologico nel clima futuro

### This is the author's manuscript

*Original Citation:*

*Availability:*

This version is available <http://hdl.handle.net/2318/96108> since

*Publisher:*

Polemio Ed.

*Terms of use:*

Open Access

Anyone can freely access the full text of works made available as "Open Access". Works made available under a Creative Commons license can be used according to the terms and conditions of said license. Use of all other works requires consent of the right holder (author or publisher) if not exempted from copyright protection by the applicable law.

(Article begins on next page)

# **VARIAZIONE DELLE COMPONENTI DEL BILANCIO IDROLOGICO NEL CLIMA FUTURO**

CASSARDO CLAUDIO<sup>1</sup>, VELA NAIMA<sup>1</sup>, GALLI MARCO<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Fisica, Università di Torino, Torino, Italia, claudio.cassardo@unito.it

## **RIASSUNTO**

Diversi studi hanno mostrato le conseguenze dei cambiamenti climatici dedotti dalle proiezioni per la fine del secolo a livello di temperature e precipitazioni. Questo studio, condotto attraverso una catena di simulazioni modellistiche culminata nell'uso di un modello di Land Surface (UTOPIA) guidato dai dati di un modello regionale di clima (RegCM3), evidenzia come anche gli andamenti medi annui delle componenti del bilancio idrologico sembrano mostrare variazioni rilevanti nel clima futuro, potenzialmente in grado di ripercuotersi negativamente sull'agricoltura e sulle altre attività umane. La maggiore frequenza delle precipitazioni piovose invernali future si rifletterà in un deflusso maggiore e più distribuito d'inverno e in primavera. Le minori precipitazioni e maggiori temperature registrate d'estate causeranno un bilancio idrologico deficitario, con umidità del suolo inferiori e situazioni siccitose potenzialmente più frequenti. Anche le maggiori precipitazioni autunnali, d'altra parte, potrebbero riflettersi in un aumento delle situazioni potenzialmente alluvionali. Questi dati, molto evidenti per lo scenario A2, lo sono anche per lo scenario B2, più moderato per quanto riguarda le emissioni di CO<sub>2</sub>, e sembrerebbero quindi rappresentare un denominatore comune associato ai cambiamenti climatici attesi nel futuro.

**Parole chiave:** bilancio idrologico, siccità, neve

## **INTRODUZIONE**

Solo negli ultimi anni la comunità scientifica ha riconosciuto che i processi fisici all'interfaccia dell'atmosfera con la superficie terrestre (strato superficiale) sono una componente chiave del sistema climatico. Infatti, valori leggermente diversi di alcuni parametri, come umidità e temperatura del suolo, possono influire sulla stabilità dell'intera troposfera, la quale influenza i fenomeni convettivi che regolano la formazione di nubi e precipitazioni. In generale, il suolo agisce in due modi sul sistema climatico: ripartisce la radiazione netta in flusso di calore sensibile e latente, e flusso conduttivo nel suolo, e ridistribuisce l'acqua precipitata in evapotraspirazione, deflusso superficiale (runoff) e drenaggio gravitazionale, regolando l'umidità del terreno.

Nonostante l'importanza di tali variabili fisiche, esistono pochissime campagne di misure sperimentali estensive a loro dedicate, per cui risulta molto difficile valutare i bilanci energetico ed idrologico a grande scala e su tempi lunghi. Per questo motivo, è stata recentemente proposta una metodologia, chiamata CLIPS (CLImatologia dei Parametri Superficiali) (Cassardo et alii 1997), secondo la quale alcuni parametri rilevanti nello strato superficiale vengono stimati alla mesoscala usando un modello fidato di tipo SVATs (Soil Vegetation Atmosphere Transfer scheme) come surrogato delle osservazioni mancanti. Tale modello è o guidato da osservazioni meteorologiche tradizionali (temperatura, pressione, umidità, precipitazione, intensità del vento, radiazione solare) oppure, come in questo studio, dalle uscite di un modello climatico (Cassardo et alii 2009).

## **DESCRIZIONE DELLO STUDIO**

L'obiettivo è valutare le componenti del bilancio idrologico nella zona Alpina e gli effetti del cambiamento climatico su tali valori. Sono stati analizzati due trentenni: il primo, 1961-1990, è comunemente usato in molti studi climatici di confronto tra clima presente e futuro; l'altro, 2071-2100, è riferito a due scenari di emissione (A2 e B2) menzionati nel IV rapporto dell'IPCC (Nakicenovic & Swart 2001).

Il modello climatico regionale usato è stato il RegCM3 (sviluppato presso l'ICTP di Trieste), di cui sono stati usati i dati relativi alla simulazione di RegCM3 (Giorgi et alii 2004,- Elguindi et alii 2007) descritta

sul rapporto finale del progetto PRUDENCE, ed è stato scelto poiché possiede una delle maggiori risoluzioni esistenti (Christensen 2005). Lo SVATs utilizzato è stato UTOPIA (University of Torino model of land Process Interaction with Atmosphere) (Loglisci et alii 2001, Cassardo 2006), che studi precedenti hanno rivelato essere in grado di descrivere con accuratezza i bilanci energetico ed idrologico in diverse zone climatiche (si veda ad es. Cassardo et alii 1997 per una rassegna). Il dominio scelto, l'area rettangolare compresa tra i meridiani 5°E e 18°E ed i paralleli 43°N e 48°N, include gran parte della regione Alpina (che sta già rispondendo in maniera maggiore al riscaldamento climatico in atto) e la pianura padana, con 720 punti griglia su terra, distanti in media circa 20 km. La tipologia di vegetazione è decisa a partire da variabili estrapolate dal dataset ECOCLIMAP (Masson et alii 2001) e ricondotte alle categorie del database Wilson and Henderson-Sellers (Wilson et alii 1978). Su ciascuno dei punti sono state condotte le simulazioni con UTOPIA nei due periodi, identificati rispettivamente come clima presente (*Control*) e clima futuro (A2 e B2). I punti griglia sono stati suddivisi secondo le tipologie di vegetazione, ed in base alla loro quota.

Si presentano qui i risultati per due tipologie di vegetazione (Fig. 1): la più diffusa sul territorio considerato, *Mixed woodland*, e quella maggiormente presente in pianura padana, *Crops/Mixed farming*.

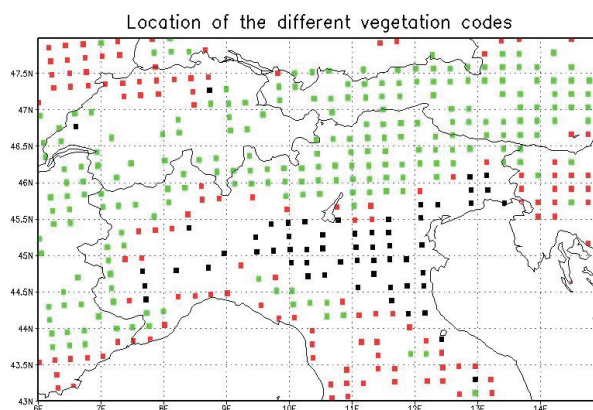


Figura 1- Collocazione dei punti griglia utilizzati: NERO= Crops/Mixed farming (sotto i 700m a.s.l.), ROSSO=Mixed woodland (sotto i 700m a.s.l.), VERDE=Mixed woodland (sopra i 700m a.s.l.).

## ANALISI DEI RISULTATI

Per esigenze di spazio, si riportano qui soltanto i risultati riguardanti lo scenario A2, in quanto quelli relativi al B2 si situano in posizione intermedia tra l'A2 ed il *Control*. I grafici rappresentano l'andamento annuo delle componenti del bilancio idrologico, mediate su tutti i punti griglia appartenenti ad una determinata classe di vegetazione (suddivisi sopra e sotto i 700 m sul livello del mare) e sul trentennio. La Figura 2 mostra il bilancio idrologico relativo al clima presente e futuro per *Mixed woodland* in pianura. Si nota un periodo di siccità estiva molto più pronunciato nel clima futuro, dovuto alla forte diminuzione delle piogge ed all'aumento dell'evaporazione dovuto alle temperature medie più elevate, ed una diminuzione delle precipitazioni nel periodo invernale. Nei punti griglia in quota (Fig. 3), nel clima futuro compare un breve periodo estivo in cui l'evaporazione supera le precipitazioni. Inoltre, varia la distribuzione del deflusso superficiale in inverno e primavera: nel clima presente c'è un picco primaverile, dovuto alla fusione del manto nevoso invernale, mentre nel clima futuro è pressoché uniforme su tutto il periodo, segno che le precipitazioni invernali, oltre che diminuire, vedono una diminuzione della componente nevosa a favore di quella piovosa.

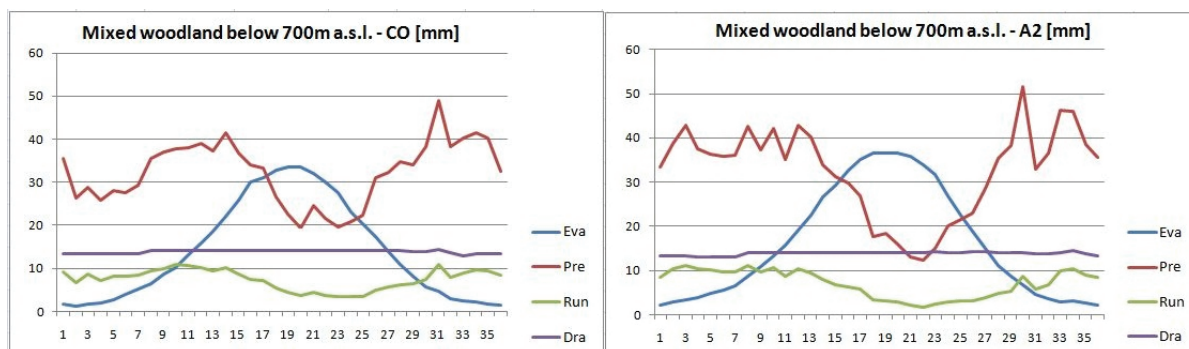


Figura 2 – Bilancio idrico annuo per la tipologia di vegetazione “Mixed woodland” al di sotto dei 700m sul livello del mare. [Eva=Evaporazione; Pre=Precipitazioni; Run= Deflusso superficiale (Runoff); Dra=Deflusso superficiale (Drainage)]

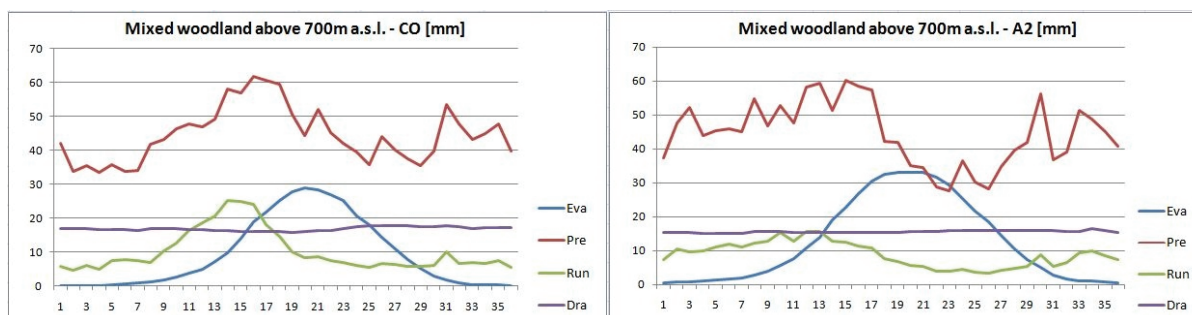


Figura 3 – Bilancio idrico annuo per la tipologia di vegetazione “Mixed woodland” al di sopra dei 700m sul livello del mare.

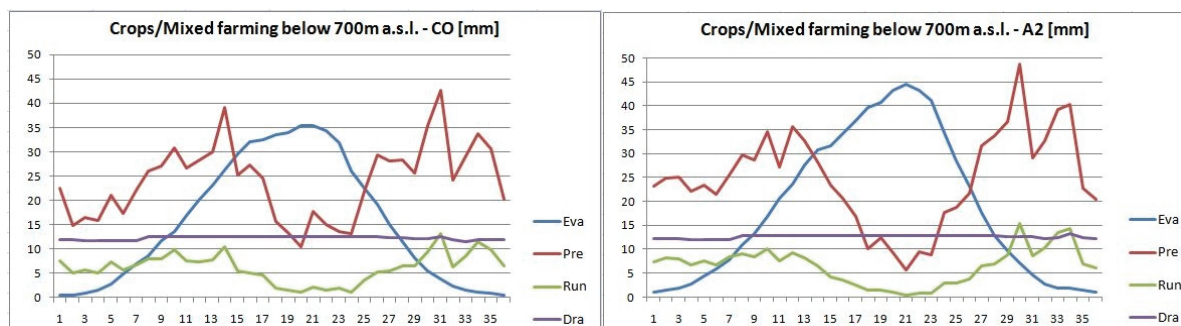


Figura 4 – Bilancio idrico annuo per la tipologia di vegetazione “Crops/Mixed farming”.

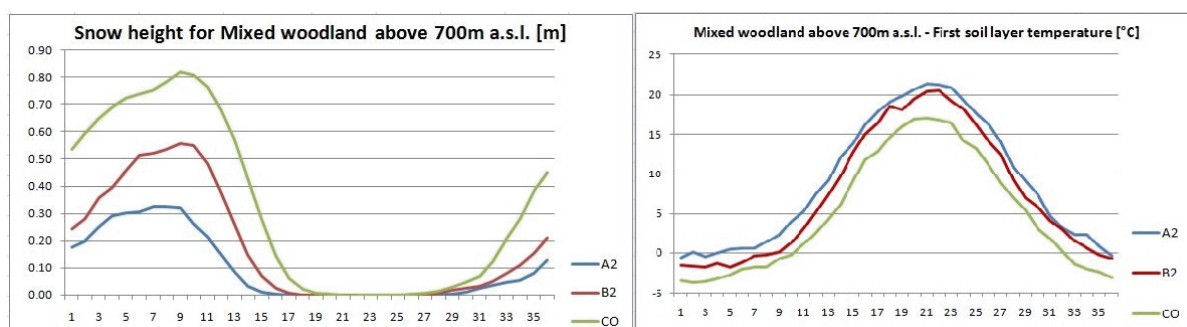


Figura 5 – Andamento dell’altezza del manto nevoso e della temperatura del primo strato di suolo per i tre scenari analizzati.

Per quanto riguarda la tipologia *Crops/Mixed farming*, che ricopre la quasi totalità della pianura padana, il periodo siccitoso nei mesi caldi si allunga da 100 a 130 giorni e si approfondisce (Fig. 4), a causa della forte diminuzione delle precipitazioni e dell’altrettanto intenso aumento dell’evaporazione dovuto alle temperature significativamente più elevate, annullando praticamente il deflusso superficiale. Aumentano invece le precipitazioni nel periodo invernale, con relativo aumento del deflusso superficiale (indice del carattere principalmente piovoso delle stesse), e questo dato è rilevante per i possibili risvolti sulla frequenza degli episodi alluvionali.

La Figura 5 (relativa ai punti griglia con vegetazione *Mixed woodland*) mostra come le precipitazioni nevose diminuiscano sensibilmente d'inverno, con un'altezza minima associata allo scenario A2 (in questo caso sono mostrati anche i risultati relativi allo scenario B2, in quanto la differenza con l'A2 è evidente), in piena correlazione con i valori della temperatura del primo strato di suolo (spesso 5 cm), costantemente maggiore (tra 4°C e 5°C) per gli scenari futuri rispetto al clima presente.

## CONCLUSIONI

Premesso che le considerazioni emergenti da questo studio sono basate su simulazioni condotte con un modello (UTOPIA) inizializzato con le uscite di un altro modello (RegCM3), a sua volta inizializzato con le uscite di un ulteriore modello globale, e non possono quindi prescindere dalle incertezze insite nei modelli stessi e nella procedura usata, i principali risultati possono essere così riassunti.

Le zone montuose appaiono mostrare una consistente diminuzione delle precipitazioni nevose d'inverno, a favore delle precipitazioni piovose, generando una ridistribuzione del deflusso superficiale in modo più uniforme sui mesi invernali e primaverili. La conseguenza appare essere una diminuzione della quantità di acqua disponibile all'approssimarsi dell'estate, poiché la pioggia, nel clima futuro, sarà immediatamente trasportata a valle dai fiumi, mentre nel clima presente viene trattenuta in quota nel manto nevoso. D'estate si evidenzia, invece, un aumento del periodo siccitoso in pianura, sia come intensità che come durata. L'aumento delle precipitazioni autunnali lungo il bacino del Po, in un periodo in cui il suolo già nel clima presente si umidifica rapidamente, favorendo la crescita del deflusso superficiale, appare preoccupante a causa delle possibili ricadute sull'ingrossamento eccessivo dei corsi d'acqua ed il rischio di esondazioni e comparsa di situazioni di pericolo. Le analisi riguardanti lo scenario B2, non mostrate qui per esigenze di spazio, appaiono evidenziare gli stessi fenomeni mostrati dallo scenario A2, ma con valori numerici inferiori.

## BIBLIOGRAFIA

- Cassardo, C., Ruti, P.M., Cacciamani, C., Longhetto, A., Paccagnella, T., and Bargagli, A. (1997). *Clips experiment. First step: model intercomparison and validation against experimental data*. MAP Newsletters, 7, 74 – 75.
- , and Park, S.K. (2000). *a Monsoon Season in Korea*. J. Hydrometeor., 10, 1379-1396.
- Cassardo, C., Park, S.K., Thakuri, B.M., Priolo, D., Zhang, Y. (2009) *Soil Surface Energy and Water Budgets during*
- Nakicenovic, N., and Swart, R. (2001). *Special report on emissions scenarios: a special report of working group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- Giorgi, F., Bi, X., Qian, Y., and Pal, J.S. (2004a). *Mean, interannual variability and trends in a regional climate experiment over Europe.II: climate change scenarios (2071-2100)*. Climatic Dynamics, 22, 733-756.
- Elguindi, N., Bi, X., Giorgi, F., Nagarajan, B., Pal, J., Solmon, F., Rauscher, S., and Zakery, A. (2007). *RegCM3.1 user's guide*. Technical report, ICTP.
- Christensen, J.H. (2005). *PRUDENCE final report*. <http://prudence.dmi.dk>
- Loglisci, N., Cassardo, C., Balsamo, G.P., and Qian, M.W. (2001a). *A technical description of the land surface process model (LSPM version 2000)*. Technical report, CSI, Sala Situazione Rischi Naturali, Corso Unione Sovietica 216 - 10134 Torino - Italy.
- Cassardo, C. (2006). *The land surface process model (LSPM) version 2006*. Technical Report DFG Report 01/2006 Dipartimento di Fisica Generale Amedeo Avogadro, Via Pietro Giuria 1 – 10125 Torino - Italy.
- Masson, V., Champeaux, J.L., Chauvin, F., Meriguet, C., and Lacaze, R. (2001). *A global database of land surface parameters at 1Km resolution in meteorological and climate models*. Journal of Climate, 16, 9, 1261-1282.
- Wilson, M.F., and Henderson-Sellers, A. (1978). *A global archive of land cover and soils data for use in general circulation climate models*. Journal of Climatology, 5, 119-143.